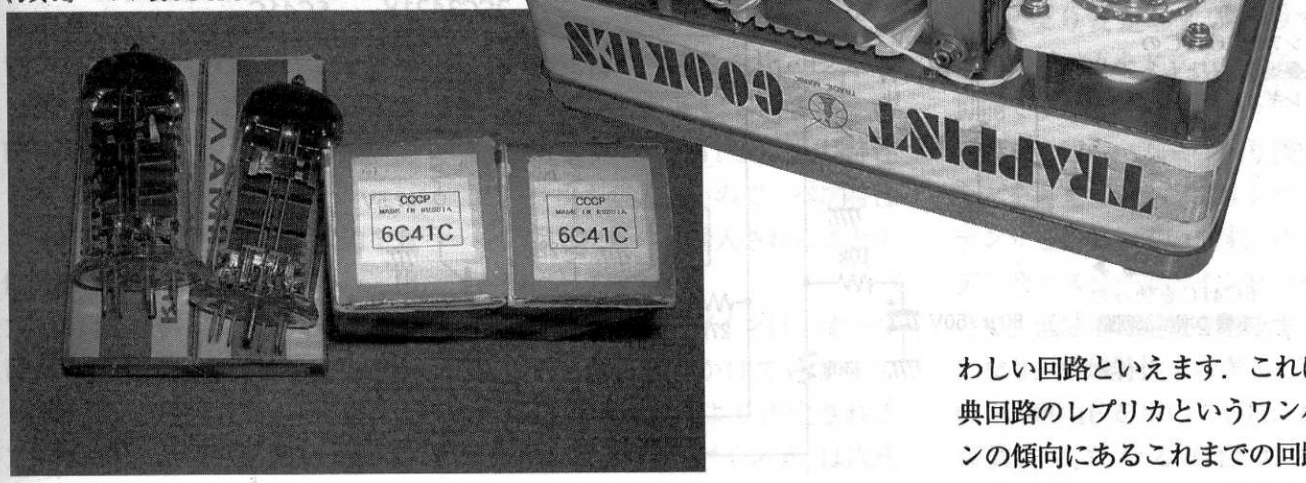
連作＝0バイアス駆動SEPP OTLアンプ

6C41C SEPP OTLアンプの製作

■池田敏弘■



《写真A》ロシア製6C41C

真空管OTLの革命

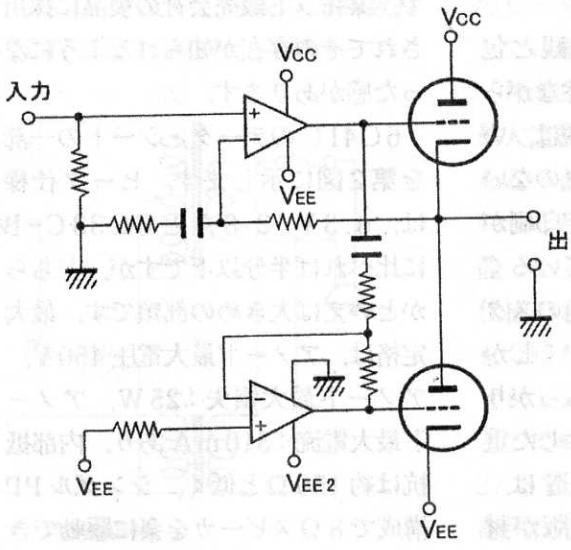
第1図に示す0バイアス駆動PP方式は，一般的なOTLに比べて，製作容易，低コスト，低消費電力を実現しながら，聴感パワーのある真空管そのもののOTLサウンドを十分に奏でてくれます．さらに，回路動作は安定しており，安心して音楽を楽しめます．

一般読者へ真空管アンプを紹介するうえで，安全が第一で，低電圧という環境で安定に動作する回路方式は非常に重要です．特にOTLアンプは，アンプ自体にとどまらず，スピーカ・ユニットまで損傷に至る場合があります．従来の一般的なOTLは回路上に不安定要素が多く存在して，場合によっては人へ危害が及ぶ恐れすらあるものもあり，さまざまな保護回路などの対処を必要とします．

また，地球環境（ECO）を考慮したアンプ仕様も現代では重要です．

0バイアス駆動PP方式は，これらの要件をすべて満たしていますので，21世紀の真空管アンプにふさわしい回路といえます．これは，古典回路のレプリカというワンパターンの傾向にあるこれまでの回路を大きく変える点で“真空管OTL革命”といえると筆者は考えています．この変革を出力管へ展開されることが望まれます．

読者のかたや自作ファンからは前述のような内容のご意見ご感想をいただいています．開発者としては，



〈第1図〉
低電圧0バイアス駆動SEPPアンプの基本構成

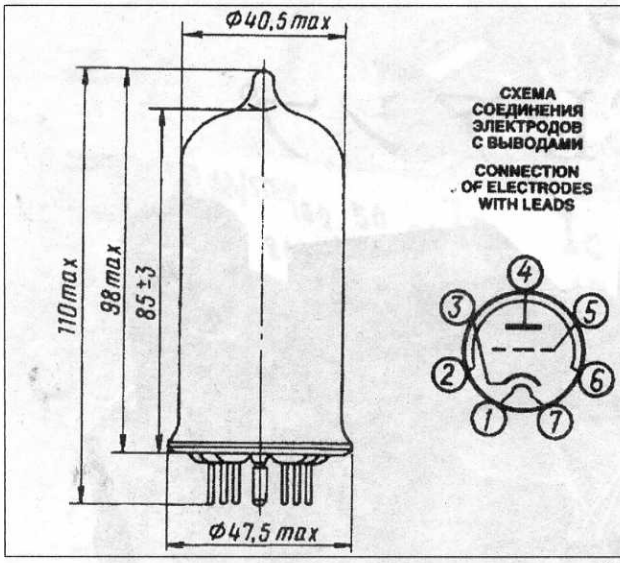


СХЕМА СОЕДИНЕНИЯ ЭЛЕКТРОДОВ С ВЫВОДАМИ

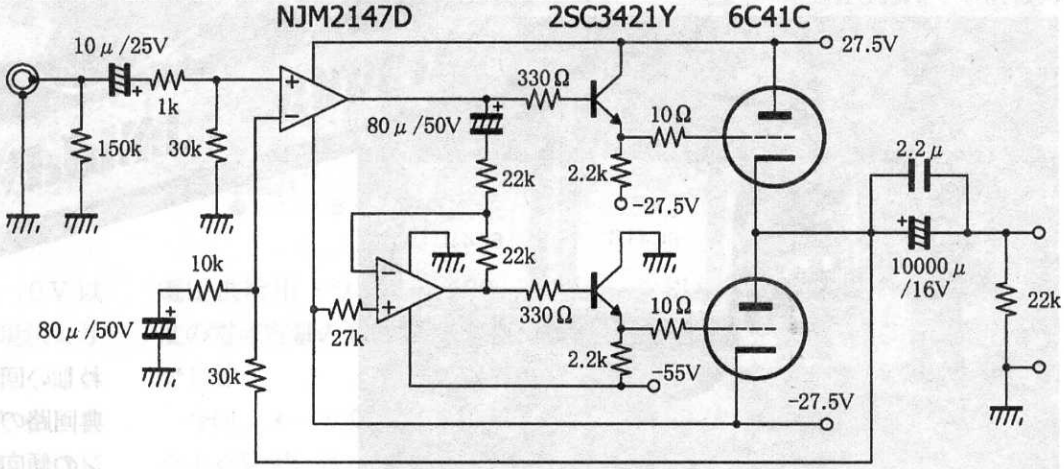
CONNECTION OF ELECTRODES WITH LEADS

BASIC DATA
Electrical Parameters

Heater voltage, V	6.3
Heater current, A	2.5–3.1
Anode voltage, V	90
Anode current, mA	170–310
Mutual conductance, mA/V	12–26
Inverse grid current, μA, at most	5
Resistance in cathode circuit, Ω	40
Cathode heating time, s, at most	70
Interelectrode capacitance, pF:	
input	5–17
output	3–9
transfer	10–20
cathode-heater, at most	70
Electrical parameters over 2,000 h of service:	
andoe current, mA, at least	150
inverse grid current, μA, at most	15

▲〈第2図〉
ロシア製6C41Cの主要規格．もともとはレギュレータ管

〈第3図〉▶
6C41Cを使った本機の増幅部回路



今後さらにさまざまな出力管に展開していかなければならない，と感じています．そこで今回は，究極のOTL球6C33C-Bの弟分にあたる6C41Cを出力段に用いたOTLアンプを製作することにしました．

6C41Cの特徴

写真Aに，6C41Cの外観と包装箱を示します．球は，当然ながらmade in Russiaです．外観は，いかにもロシアを思わせる味気のない形状ですし，視覚的にも文字印刷が6C41Cと小さく表示されているぐらいで，あとは，菱形と三角のスタンプが押されている程度です．しかし，ガラスの厚みといい，しっかりした造りといい，ずっしりとした重さがあります．内部構造は，6C33C-Bのミニスケール版が封入された形となっています．

もともと，電源安定化用のレギュレータ管ですが，6C33C-B，6C19Pとで，“だんご3兄弟”ならぬロシアのOTL球3兄弟で知られています．ただ，3兄弟の中では，どちらかというとマイナーなイメージで，某キット販売会社の製品に採用されてその存在が知られるようになった感があります．

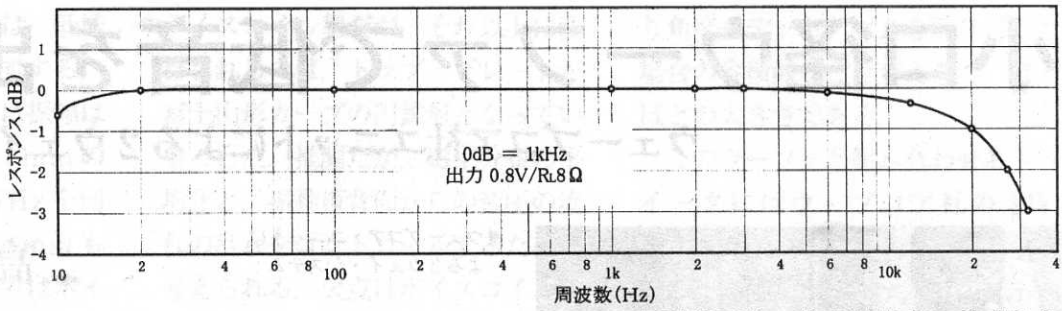
6C41Cのデータ・シートの一部を**第2図**に示します．ヒータ仕様は，6.3V/2.8Aと6C33C-Bに比べれば半分以下ですが，どちらかといえば大きめの部類です．最大定格は，アノード最大電圧450V，アノード最大損失：25W，アノード最大電流：310mAあり，内部抵抗は約150Ωと低く，シングルPP構成で8Ωスピーカを楽に駆動できる能力があります．

回路のあらまし

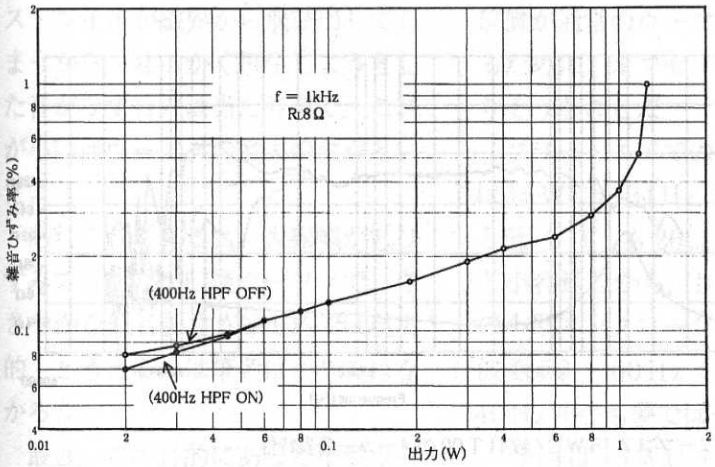
増幅部回路図を**第3図**に示します．非反転増幅器，反転増幅器には，高耐圧OpアンプNJM2147Dを使用しました．電源耐圧が±30V以上のOpアンプであれば代替え可能です．

ただし，Opアンプによりオープン利得帯域幅特性などが異なるため，ちょっとした発振対策を必要とする場合がありますので，代替え品を使う際はご注意ください．

第4図に2147の内部等価回路を示します．初段はカレント・ミラー定電流負荷のPNP差動回路，2段目は定電流負荷NPNエミッタ接地回路，出力段がNPN/PNPによるSEPP回路，という構成となって



〈第6図〉▶
f特はきわめて
広帯域



◀〈第7図〉
1%ひずみで
約1Wの 出
力がえられる

DCオフセット電圧が，前記レベル以内であることを確認できましたら，音楽を楽しめます．

電気特性

本機の周波数特性を**第6図**に示します．10Hz～33kHzで＋0，－3dB以内，左右のレスポンス特性はほぼ同じです．特異なピーク，あるいはディップがいっさいないのはOTLアンプの特長です．当然100Hz，1kHz，10kHzの方形波レスポンスはきれいですし，波形乱れはまったく見受けられません．

雑音ひずみ率特性を**第7図**に示します．ふつうの家でふつうに使う出力レベルの0.1W付近で，ひずみ率は約0.12%となっています．これまで発表した6AS7G PP OTLに比べると2倍ほど高めとなっています．0.1W以上の出力では緩やかに上昇していく特性となっています．400HzのHPFをオン/オフしてみると，わずかに変化しますが，ハムなどのノイズは低く抑えられています．

最大出力は，両ch：8Ω負荷で約1.3W＋1.3W（1%ひずみ）で，一般家庭での再生に必要な出力としては十分です．

最大出力を上げたいときは，より高い電源電圧に対応するOpアンプに変えて，増幅器の電源電圧を高くすればよろしいでしょう．変更の際には，電解コンデンサなど部品の耐圧に注意します．

このアンプの試聴は下記の機器を用いました．

音楽ソース源は，エプソンED-iCube MX（Celeron 2GHz RAM 512MB）にUSB・DA変換器（ONKYO SE－U33GX＋）をつけたもの，スピーカは2機種，アルテックCD408-8A（20cm同軸，SONY SS-7090箱入りバスレフ），アルテックCF204-8A（10cm，TEAC S-70箱入り後面バスレフ）を使いました．

音は非常にクリアでありながら，聴きやすい真空管OTLサウンドです．6AS7GPPOTLと比べると，音は少しシャープなイメージです．0バイアス駆動方式PPアンプは，低消費電力，物理的出力の効率化を実現しながら，使用した出力管による音色を楽しめ，球種による差がわかります．

高能率（98dB：1W・1m）CD408-8Aスピーカから再生される音は圧巻です．CDに記録されている音楽信号を正確に奏でているように感じられます．ボーカル，打楽器，弦楽器，鍵盤楽器，木管楽器，いずれの楽器においても，明確にバランスよく奏でられています．低域～高域まで広帯域で，聴感パワーもすばらしいです．

10cmサイズ・スピーカCF204-8Aでも，CD408に比べると物足りない部分がありますが，10cmとは思えないほどの再生音で，ボーカルも楽器も明確にバランスよく奏でられています．こちらでも聴感パワーは十分感じられます．

再生をしている6C41Cはヒータが橙色にほのかに光るので，部屋を少し暗くし聴きますと，再生される音楽がより豊かに聴こえてきます．このような視覚的要素も音楽再生にプラスに働くのは，真空管アンプのよさの1つでしょう．

音は，出力トランスから開放された真空管そのもののサウンドであり，やはりよろしいですね．OTLサウンドを体験してしまうと，出力トランス特性に左右されやすいトランス付きアンプへは戻りにくくなってしまいます．事実，ここ関西では，真空管OTLが自作アンプの主流となっています．